

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 23.07.2026 17:48:16
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярье государственный университет им. Н. М. Федоровского»
ЗГУ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине

«ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ
МАШИНЫ»

Факультет: ГТФ

Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Направленность (профиль): «Металлургические машины и оборудование»

Уровень образования: бакалавриат

Кафедра «Металлургии, машин и оборудования»
наименование кафедры

Разработчик ФОС:

К.Т.Н., доцент

(должность, степень, ученое звание)

(подпись)

Лаговская Е.В.

(ФИО)

Оценочные материалы по дисциплине рассмотрены и одобрены на заседании
кафедры, протокол № 11 от «10» 06 2026 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения
ПК-3: Способен проверять техническое состояние и остаточный ресурс металлургического оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт	ПК-3.2: Проводит осмотр и ремонт металлургических машин с гидро- и пневмоприводом.
ПК-4: Способен разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию на обслуживание, ремонт и модернизацию технологического оборудования	ПК-4.2: Разрабатывает необходимую документацию на обслуживание и ремонт металлургических машин с гидро- и пневмоприводом

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Свойства рабочих жидкостей. Основные законы гидравлики. Основные свойства газов	ПК-3 ПК-4	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Радиально-поршневые и пластинчатые насосы.	ПК-3 ПК-4	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Гидродинамические насосы: осевые и центробежные. Область применения, преимущества и недостатки.	ПК-3 ПК-4	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста

Гидроцилиндры одностороннего и двустороннего действия.	ПК-3 ПК-4	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Поршневые и диафрагменные насосы.	ПК-3 ПК-4	Список литературных источников по тематике, тестовые задания	Составление систематизированного списка использованных источников, решение теста
Зачет	ПК-3 ПК-4	Решение всех тестовых заданий по темам	Решение всех тестовых заданий по темам

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<i>Промежуточная аттестация в 9 семестре в форме «Зачет»</i>				
	Тестовые задания	В течение обучения по дисциплине	от 0 до 5 баллов	Зачет/Незачет
ИТОГО:		-	___ баллов	-

Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий) – 10 вопросов (ПК-3)

1. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между типом насоса и его характерным рабочим элементом.

Тип насоса	Рабочий элемент
1. Радиально-поршневой	А. Блок цилиндров с поршнями, вращающийся относительно кривошипа
2. Пластинчатый (шиберный)	Б. Пластины (шиберы), скользящие в пазах ротора
3. Центробежный	В. Рабочее колесо с лопатками
4. Диафрагменный (мембранный)	Г. Гибкая мембрана, совершающая возвратно-поступательное движение

Ответ:

1 – А

- 2 – Б
- 3 – В
- 4 – Г

2. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите этапы проверки технического состояния аксиально-поршневого насоса при плановом осмотре в правильном порядке:

1. Контроль уровня и состояния рабочей жидкости в гидробаке
2. Измерение вибрации и шума насоса при холостом ходе
3. Визуальный осмотр на предмет подтеканий и повреждений корпуса
4. Анализ пробы жидкости на загрязнение (содержание частиц, вода)

Ответ: 3 → 1 → 4 → 2

3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх и обоснованием

Какое свойство рабочей жидкости в первую очередь определяет объёмный КПД гидронасоса при эксплуатации металлургического оборудования?

1. Плотность
2. Вязкость
3. Температура вспышки
4. Коррозионная активность

Ответ: 2

Обоснование: Объёмный КПД насоса зависит от утечек через зазоры, которые определяются вязкостью жидкости. При понижении вязкости утечки растут, КПД падает. Плотность влияет на мощность, но не на объёмный КПД.

4. Задание открытого типа (краткий ответ)

Что такое «кавитация» центробежного насоса? Назовите два основных признака кавитации при работе.

Ответ: Кавитация – это образование и последующее схлопывание пузырьков пара и газа в потоке жидкости, приводящее к эрозии и вибрации. Признаки: 1) характерный шум (потрескивание, «гравий в насосе»); 2) снижение подачи и напора, неравномерность давления.

5. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и обоснованием

Какие параметры подлежат обязательной проверке при профилактическом осмотре гидроцилиндра двустороннего действия? (выбрать все верные)

1. Герметичность поршневых уплотнений (внешние утечки)
2. Шероховатость штока
3. Рабочее давление срабатывания предохранительного клапана
4. Зазор между поршнем и гильзой (внутренние перетечки)
5. Уровень шума от насоса

Ответ: 1, 2, 4

Обоснование: При осмотре гидроцилиндра контролируют внешние утечки (через уплотнения штока и стыки), состояние штока (царапины, коррозия), внутренние перетечки (объёмный КПД цилиндра). Давление клапана и шум насоса – не относятся непосредственно к цилиндру.

6. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между законом гидравлики и его математическим выражением.

Закон	Выражение
1. Закон Паскаля	А. $\Delta p = 32 \cdot \mu \cdot l \cdot v / d^2$ (для ламинарного течения)
2. Уравнение Бернулли	Б. $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$

Закон	Выражение
3. Закон Гука для жидкости	В. $p_1 = p_2$ (в замкнутой системе, передача давления)
4. Формула Пуазейля	Г. $p/\rho g + v^2/2g + z = \text{const}$

Ответ:

1 – В

2 – Г

3 – Б

4 – А.

Ответ: 1-В, 2-Г, 3-Б, 4-А

7. Задание открытого типа (краткий ответ)

Назовите два основных способа регулирования подачи радиально-поршневого насоса с неподвижным блоком цилиндров.

Ответ: 1) Изменение эксцентриситета между ротором и статором (смещение оси). 2) Дроссельное регулирование (менее экономичное). Для насосов с подвижным блоком – изменение угла наклона шайбы.

8. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием

Для какой среды преимущественно применяют диафрагменные (мембранные) насосы в металлургии?

1. Чистое масло
2. Абразивные и агрессивные суспензии, шламы
3. Вода с температурой до 100°C
4. Воздух высокого давления

Ответ: 2

Обоснование: Мембранные насосы не имеют соприкасающихся с жидкостью уплотнений поршня, поэтому они незаменимы для перекачки абразивных (например, шлам) и химически агрессивных сред.

9. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите этапы организации текущего ремонта гидросистемы привода прокатного стана в хронологической последовательности:

1. Демонтаж неисправных узлов и дефектация
2. Остановка стана и сброс давления
3. Монтаж отремонтированных или новых гидроэлементов
4. Промывка гидросистемы и замена рабочей жидкости
5. Оприсовка (обкатка) и проверка параметров

Ответ: 2 → 1 → 3 → 4 → 5

10. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием (базовый)

Какие из перечисленных дефектов наиболее характерны для пластинчатых (шиберных) насосов при длительной эксплуатации? (выбрать все)

1. Износ торцевых поверхностей распределительного диска
2. Заклинивание пластин в пазах ротора из-за загрязнения
3. Отрыв лопаток от корпуса центробежного колеса
4. Увеличение зазора между пластинами и статором
5. Кавитационная эрозия на входе (кавитация)

Ответ: 1, 2, 4, 5

Обоснование: Пластинчатые насосы подвержены износу распределительного диска и пластин, заклиниванию, эрозии. Отрыв лопаток – дефект центробежных насосов.

Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул) – 10 вопросов

11. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между типом неисправности гидронасоса и методом её диагностики (профилактического осмотра).

Неисправность	Метод диагностики
1. Увеличение внутренних утечек (снижение объёмного КПД)	А. Измерение температуры корпуса тепловизором
2. Повышенный износ подшипников	Б. Контроль сливной магистрали (расходомер)
3. Перегрев насоса из-за трения	В. Анализ вибрации (виброметр)
4. Кавитация	Г. Анализ спектра шума и пульсаций давления

Ответ:

- 1 – Б
- 2 – В
- 3 – А
- 4 – Г

12. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием

Центробежный насос привода гидросбыва окалины работает с подачей $Q = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напором $H = 80 \text{ м}$. Частота вращения $n = 1450 \text{ об/мин}$. При снижении частоты до 1200 об/мин (для энергосбережения) как изменятся подача и напор (по законам подобия)?

- 1. $Q \approx 165 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H \approx 55 \text{ м}$
- 2. $Q \approx 200 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H \approx 80 \text{ м}$
- 3. $Q \approx 240 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H \approx 110 \text{ м}$
- 4. $Q \approx 100 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H \approx 40 \text{ м}$

Ответ: 1

Обоснование: Законы подобия: $Q_2 = Q_1 \cdot (n_2/n_1)$; $H_2 = H_1 \cdot (n_2/n_1)^2$. $n_2/n_1 = 1200/1450 \approx 0,8276$. $Q_2 = 200 \cdot 0,8276 = 165,5 \text{ м}^3/\text{ч}$; $H_2 = 80 \cdot (0,8276)^2 \approx 80 \cdot 0,685 = 54,8 \text{ м}$. Ближайший вариант – 1.

13. Задание открытого типа с развёрнутым ответом

Определите остаточный ресурс аксиально-поршневого насоса после 5 лет эксплуатации, если средняя наработка на отказ по паспорту – 12 000 часов. Реальная наработка за 5 лет составила 15 000 часов, коэффициент технического использования – 0,85. Оцените, нужно ли планировать капитальный ремонт (ресурс до капремонта 8000 часов). Дайте рекомендацию.

Ответ (эталон):

Паспортный полный ресурс на отказ – 12 000 часов. Реальная наработка – 15 000 часов, что превышает паспортную. Ресурс до капремонта завода-изготовителя 8000 ч – исчерпан в 1,75 раза. Остаточный ресурс можно принять за 0 (превышен паспортный ресурс). Рекомендация: немедленно вывести насос на капитальный ремонт с заменой всех пар трения. Допускать дальнейшую эксплуатацию нельзя из-за риска внезапного отказа.

14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием

При осмотре гидроцилиндра подъёма ковша металлургического крана выявлены следующие признаки. Какие из них свидетельствуют о необходимости срочного ремонта (аварийного останова)? (выбрать все)

- 1. Потечи масла по штоку (менее 5 капель в минуту)
- 2. Характерный стук и рывки при выдвижении штока
- 3. Царапины глубиной 0,2 мм на хромированном штоке

4. Зазор «поршень-цилиндр» превышен на 50% от допустимого
5. Шток за 1 минуту самопроизвольно вытягивается на 10 мм при удержании груза

Ответ: 2,

4,

5

Обоснование: Стук и рывки – нарушение плавности, опасно; превышение зазора – резкое снижение грузоподъёмности; самопроизвольное вытягивание – отказ удерживающей способности (опасно для крана). Небольшие потёки и царапины до 0,2 мм могут быть устранены при плановом ремонте, но не требуют немедленной остановки.

15. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите операции проверки технического состояния поршневого насоса высокого давления (гидроабразивной резки) при ежемесячном профилактическом осмотре в правильном порядке:

1. Осмотр клапанов (седло, тарелка, пружина)
2. Замер пульсаций давления манометром на выходе
3. Контроль температуры подшипников кривошипно-шатунного механизма
4. Проверка уровня масла в картере и его анализ
5. Прослушивание стетоскопом (виброакустический контроль)

Ответ: 4 → 3 → 5 → 2 → 1

16. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием

Для пластинчатого насоса типа Г12-32 (подача до 50 л/мин) при проведении текущего ремонта измерен зазор между пластиной и пазом ротора – 0,08 мм. Норма по техническим условиям – не более 0,04 мм. Что следует предпринять?

1. Заменить пластины на новые (селективная сборка)
2. Увеличить вязкость масла
3. Отрегулировать предохранительный клапан
4. Снизить рабочее давление

Ответ: 1

Обоснование: Зазор превышает допустимый в 2 раза, что вызовет повышенные утечки, падение производительности. Необходимо заменить пластины или ротор. Регулировки и изменение вязкости не устранят причину.

17. Задание открытого типа (средний уровень)

Составьте перечень контрольных точек при диагностике центробежного насоса системы охлаждения прокатного стана. Какие параметры подлежат ежедневному контролю, а какие – ежемесячному? Укажите для каждого параметра предельные отклонения.

Ответ (эталон):

Ежедневно:

1. Рабочее давление на входе и выходе (Δp). Отклонение не более $\pm 10\%$ от номинала.
2. Температура подшипников (не выше 70°C).
3. Уровень вибрации (СКЗ скорости – не более 4,5 мм/с по ISO 10816-3).
4. Отсутствие кавитационного шума.

Ежемесячно:

1. Измерение подачи (расходомером). Допуск $\pm 5\%$.
2. Контроль осевого разбега ротора (износ уплотнений). Предел 0,3–0,5 мм по паспорту.
3. Химический анализ масла в картере подшипников (наличие воды, кислотное число).
4. Проверка состояния фильтра воздушной пробки.

18. Задание на установление соответствия

Установите соответствие между типом гидравлической машины и её характерным недостатком при эксплуатации в металлургии.

Машина	Недостаток
1. Радиально-поршневой насос	А. Пульсация подачи, чувствительность к загрязнениям
2. Центробежный насос	Б. Снижение КПД при вязких жидкостях, необходимость залива
3. Гидроцилиндр двусторонний	В. Внутренние перетечки при износе поршневых колец
4. Диафрагменный насос	Г. Низкая частота ходов, пульсация, большой вес

Ответ:

- 1 – А (радиально-поршневые дают пульсацию, чувствительны к чистоте)
 2 – Б (центробежные не любят вязкость, нуждаются в заливке)
 3 – В (износ уплотнений → перетечки)
 4 – Г (диафрагменные – тяжелые, пульсирующие, невысокая частота)

19. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием

Какие методы неразрушающего контроля могут быть применены для оценки остаточного ресурса корпусных деталей гидроцилиндра (гильза, шток) без разборки? (выбрать все)

1. Ультразвуковая толщинометрия
2. Магнитопорошковый контроль поверхностных трещин (для штока из ферромагнитной стали)
3. Кавитационная эрозия по звуку
4. Радиографический контроль (рентген)
5. Капиллярный контроль для гильзы из немагнитного чугуна

Ответ: 1, 2, 5

Обоснование: Ультразвук – толщина стенки; магнитопорошковый – трещины в штоке (если магнитная сталь); капиллярный – трещины в чугуне. Радиография – сложна, не для полевых условий. Кавитация – не метод, а дефект.

20. Задание открытого типа (средний уровень)

Проанализируйте факторы, влияющие на остаточный ресурс аксиально-поршневого насоса гидропривода чистовой клетки стана. Назовите три наиболее значимых фактора и предложите метод количественной оценки каждого при текущем ремонте.

Ответ:

1. Износ блока цилиндров и поршней – измерение зазоров (индикаторным нутромером). Оценка внутренних утечек (расход на сливе при закрытой напорной линии).
2. Состояние распределительного диска – визуально-измерительный контроль (профилометр шероховатости). Допустимая шероховатость $Ra \leq 0,16$ мкм.
3. Чистота рабочей жидкости – по ISO 4406 (счетчик частиц). Предел класса чистоты 18/15 (для высоконагруженных насосов).

Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства) – 5 вопросов

21. Задание открытого типа с развёрнутым ответом

Разработайте методику определения остаточного ресурса пластинчатого насоса по вибрационным характеристикам. Укажите: точки установки датчиков, измеряемые параметры (СКЗ, пиковые значения, спектры), критерии предельного состояния, периодичность. Сделайте вывод о связи вибрации с износом пластин.

Ответ (эталон):

Точки установки – на корпусе насоса по трём осям (X, Y, Z) со стороны входа и выхода.

Измеряемые параметры:

- СКЗ виброскорости (мм/с) по ГОСТ ИСО 10816-3.

- Пик-фактор (отношение пика к СКЗ) для роторных механизмов.
- Спектральный анализ (появление гармоник на частоте прохождения пластин).

Критерии предельного состояния:

- Увеличение СКЗ более чем на 30% от исходного значения.
- Пик-фактор > 6 – признак ударных импульсов (заклинивание пластин).
- Рост вибрации на частоте $N \cdot z$ (N – обороты, z – число пластин) в 2 раза.

Периодичность: ежемесячно, при интенсивной работе – еженедельно.

Вывод: Износ пластин вызывает зазоры, удары, рост высокочастотной вибрации. По спектру можно локализовать дефект и спрогнозировать остаточный ресурс (обычно 500–1000 часов после превышения порога).

22. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием (высокий)

Для насосной станции смазки прокатного стана (шестеренные насосы, давление 0,6 МПа, подача 500 л/мин) при плановой замене масла обнаружено превышение содержания железа в спектральном анализе в 5 раз выше нормы. Наиболее вероятная причина:

1. Износ зубьев шестерен насоса
2. Коррозия бака из-за воды
3. Попадание песка из фильтра
4. Разрушение сальников

Ответ: 1

Обоснование: Значительное (в 5 раз) превышение железа – это интенсивный износ стальных деталей. Основным источником железа в шестеренном насосе – зубья шестерен. Коррозия дала бы оксиды, песок – кремний, сальники – другой материал.

23. Задание закрытого типа на установление последовательности (сложное)

Расположите этапы капитального ремонта гидроцилиндра в условиях ремонтной мастерской металлургического комбината в технологической последовательности (от получения до сдачи):

1. Дефектация с измерением всех посадочных размеров
2. Разборка и мойка деталей
3. Назначение способа восстановления (хромирование штока, расточка гильзы, замена уплотнений)
4. Механическая обработка и наплавка (при необходимости)
5. Сборка с новыми уплотнительными кольцами
6. Опрессовка (испытание давлением 1,25·раб.)
7. Окраска и сдача в ремонтную документацию

Ответ: 2 → 1 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7

24. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием (высокий)

Какие из перечисленных неисправностей радиально-поршневого насоса (с вращающимся блоком) могут быть выявлены при профилактическом осмотре без снятия с агрегата (только внешним контролем и приборами)? (выбрать все)

1. Подтёки в соединении насос–привод (сальник вала)
2. Увеличение внутренних утечек через пару поршень–цилиндр
3. Зазор в подшипнике кривошипа (вибрация)
4. Износ распределительного диска (только при разборке)
5. Повышенная пульсация давления на выходе (осциллограф)

Ответ: 1, 3, 5

Обоснование: Внешние подтёки – визуально, вибрация – виброметром, пульсация – датчиком давления. Внутренние утечки без разборки оценить сложно (только по косвенным признакам, но прямой замер – разборка). Износ распределительного диска требует вскрытия.

25. Задание открытого типа (интегральное, высший уровень)

Спроектируйте систему организации текущего ремонта двух центробежных насосов системы водоснабжения для гидросмыва окалины (работают в резерве). Периодичность ТР – 1 год. Насос марки Д 500-65 (подача 500 м³/ч, напор 65 м). Что должно быть включено в план-график ТР? Опишите объём работ, необходимые инструменты, методы проверки (испытаний) после ремонта. Как определить остаточный ресурс до следующего ремонта?

Ответ (эталон):

План-график (на каждый насос):

- Месяц: март (перед началом сезона максимальной работы).
- Длительность: 48 часов.

Объём работ (ТР):

- Демонтаж полумуфт, выкатка ротора.
- Проверка состояния уплотнений (сальники, торцевые). Замена изношенных.
- Контроль радиального зазора в подшипниках скольжения (расточка вкладышей при износе > 0,15 мм).
- Очистка рабочего колеса от отложений, балансировка динамическая.
- Проверка геометрии спирального корпуса (износ против коррозии).
- Замена сальниковой набивки или торцевого уплотнения.

Инструменты и контроль:

- Стенд для сборки, индикаторы часового типа, нутромеры.
- Балансировочный станок.
- После сборки – обкатка на стенде: замер вибрации, температуры подшипников, проверка на герметичность.

Испытания после ремонта:

- Гидравлическое испытание корпуса давлением $1,25 \cdot P_{\text{раб}}$ (1,0 МПа) – 5 мин.
- Рабочее испытание на номинальном режиме в течение 1 часа: измерение производительности (расходомер), напора (манометры), потребляемой мощности (ваттметром) и сопоставление с паспортом (отклонение $\leq \pm 3\%$).
- Эффективность – КПД не ниже 80% от номинала.

Определение остаточного ресурса до следующего ТР:

- После ремонта ведут журнал наработки (моточасы).
- Паспортный ресурс между ТР = 8000 ч (типовой для центробежных насосов).
- При контроле вибрации раз в месяц (тренд) и анализе масла подшипников – прогнозируют «остаточный» ресурс, например, при росте вибрации более 4,5 мм/с остаётся не менее 1000 часов.
- Приближение к нормативному ресурсу (8000 ч) – через 7600 ч назначают ТР.

Уровень 1. Базовый (проверка основных понятий) – 10 вопросов (ПК-4)

1. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между видом технической документации (согласно ЕСКД) и её содержанием.

Вид документации	Содержание
1. Технологическая карта	А. Перечень операций, оборудование, инструмент, режимы
2. Сборочный чертёж	Б. Изображение узла со спецификацией и размерами
3. Ведомость дефектации	В. Фиксация износа и неисправностей деталей
4. Карта эскизов	Г. Эскизы базирования, измерительных схем

Ответ:

- 1 – А
- 2 – Б
- 3 – В
- 4 – Г

2. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите этапы разработки рабочей документации на техническое обслуживание гидроцилиндра двустороннего действия в правильной последовательности:

- 1. Разработка операционных технологических карт
- 2. Составление ведомости дефектации по результатам осмотра
- 3. Оформление спецификации запасных частей и инструментов
- 4. Анализ конструкции и назначение периодичности ТО
- 5. Утверждение документации главным инженером

Ответ: 4 → 2 → 1 → 3 → 5

3. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх и обоснованием

В технологической карте на текущий ремонт пластинчатого насоса указан пункт «проверить зазор между пластиной и пазом ротора». По какому нормативному документу следует определить допустимую величину зазора?

- 1. ГОСТ 2.105-95 (ЕСКД)
- 2. Паспорт насоса или ТУ завода-изготовителя
- 3. Правила по охране труда при эксплуатации гидросистем
- 4. СНиП 12-03-2001

Ответ: 2

Обоснование: Предельные зазоры и допуски устанавливаются в технической документации завода-изготовителя (паспорт, ремонтная документация). ЕСКД определяет правила оформления, а не значения.

4. Задание открытого типа (краткий ответ)

Что такое «дефектовочная ведомость» для гидронасоса и какие обязательные разделы она должна содержать?

Ответ: Дефектовочная ведомость – документ, фиксирующий все выявленные при разборке дефекты, их размеры и решение о ремонте или замене. Обязательные разделы: номер детали, наименование, характер дефекта (износ, трещина, задир), размер (мм), заключение (ремонт/замена).

5. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов и обоснованием

Какие позиции обязательно должны быть включены в спецификацию запасных частей для гидрораспределителя при разработке документации на капитальный ремонт? (выбрать все)

- 1. Комплект уплотнительных колец (резиновые, полиуретановые)
- 2. Пружины золотника
- 3. Корпус распределителя
- 4. Золотник в сборе (при износе)
- 5. Предохранительный клапан

Ответ: 1,

2,

4

Обоснование: Для типового распределителя при КР заменяют уплотнения, пружины и (при необходимости) золотник. Корпус обычно не заменяют, если нет трещин. Предохранительный клапан – отдельный узел.

6. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между типом ремонтного чертежа и его назначением (по ЕСКД).

Тип чертежа	Назначение
1. Чертеж общего вида	А. Для восстановления оригинальной геометрии детали
2. Ремонтный чертёж детали	Б. Для сборки/разборки узла, указание посадок
3. Монтажный чертёж	В. Показывает установку насоса на фундаменте
4. Габаритный чертёж	Г. Для определения места в цехе, проходов

Ответ:

- 1 – Б
- 2 – А
- 3 – В
- 4 – Г

7. Задание открытого типа (краткий ответ)

Назовите два вида испытаний, которые должны быть указаны в программе и методике испытаний после капитального ремонта центробежного насоса. Для каждого приведите контролируемый параметр и допуск.

Ответ:

1. **Гидравлическое испытание корпуса** – давление $1,25 \cdot P_{\text{раб}}$, выдержка 5 мин, без течи.
2. **Рабочее испытание на стенде** – подача Q не ниже 95% паспортной, напор H не менее 95%, вибрация $\leq 4,5$ мм/с.

8. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием

Какой документ регламентирует правила оформления текстовой части ремонтной документации (инструкции по эксплуатации, ремонту) в России?

1. ГОСТ 2.105-95 – Общие требования к текстовым документам
2. ГОСТ 12.0.004-2015 – Организация обучения
3. СанПиН 1.2.3685-21
4. Трудовой кодекс РФ

Ответ: 1

Обоснование: ГОСТ 2.105-95 (ЕСКД) устанавливает общие требования к текстовым документам, в том числе к инструкциям, паспортам, формулярам.

9. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите этапы разработки и утверждения карты смазки гидравлического привода (пневмопривода) в составе ремонтной документации:

1. Назначение марок масел и жидкостей по паспорту
2. Согласование с главным механиком
3. Составление карты смазки (точки, периодичность, объём)
4. Анализ узлов трения (насос, цилиндры, распределители)

Ответ: 4 → 1 → 3 → 2

10. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием (базовый)

Какие из перечисленных разделов входят в «Паспорт гидроагрегата» (насосной станции) согласно нормативно-технической документации? (выбрать все)

1. Технические характеристики (подача, напор, мощность)
2. Комплектность и запасные части
3. Свидетельство о поверке манометров
4. График проведения капитальных ремонтов на 5 лет
5. Раздел «Монтаж и пусконаладка»

Ответ: 1, 2, 5
Обоснование: Паспорт содержит технические данные, комплектацию, монтажную часть. График ремонтов – это план ППР, а не паспорт. Свидетельство поверки – акт, хранящийся отдельно.

Уровень 2. Средний (анализ, расчёт, применение формул) – 10 вопросов

11. Задание закрытого типа на установление соответствия

Установите соответствие между маркой гидравлического насоса и типом его рабочей документации (какой документ является основным для ремонта).

Насос	Основной документ
1. Радиально-поршневой типа МР-125	А. Руководство по эксплуатации 3.1.00.00.000 РЭ
2. Пластинчатый Г12-32А	Б. Технологическая карта на разборку и сборку
3. Центробежный Д500-65	В. Паспорт и ремонтные чертежи
4. Шестеренный НШ-32У	Г. Альбом детализовки и допусков на износ

Ответ:

- 1 – А (сложные насосы – РЭ)
 2 – Б (типовые карты)
 3 – В (паспорт)
 4 – Г (шестерённые – детализовка)

12. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием

При разработке технологической карты напрессовки подшипника на вал аксиально-поршневого насоса (посадка Н7/к6) необходимо указать усилие прессования. Если диаметр вала 60 мм, длина запрессовки 80 мм, коэффициент трения 0,12, удельное давление при посадке 40 МПа, то усилие (кН) равно:

1. 7,2 кН
2. 14,4 кН
3. 28,8 кН
4. 72 кН

Ответ: 4

Обоснование: Усилие $F = p \cdot A \cdot \mu$, $A = \pi \cdot d \cdot l = 3,14 \cdot 0,06 \cdot 0,08 = 0,01507 \text{ м}^2$; $p = 40 \cdot 10^6 \text{ Па}$; $\mu = 0,12$. $F = 40 \cdot 10^6 \cdot 0,01507 \cdot 0,12 = 40 \cdot 10^6 \cdot 0,0018084 = 72\,336 \text{ Н} \approx 72 \text{ кН}$.

13. Задание открытого типа с развёрнутым ответом

Составьте фрагмент операционной технологической карты на «Замену сальниковой набивки центробежного насоса» в рамках текущего ремонта. Укажите: операцию, оборудование, инструмент, норму времени (условно), проверку качества.

Ответ (эталон):

№ опер.	Содержание	Оборудование	Инструмент	Норма времени, ч	Контроль
1	Остановить насос, сбросить давление, отключить	-	Ключи гаечные	0,2	Визуально

№ опер.	Содержание	Оборудовани е	Инструмент	Норма времени , ч	Контроль
	электродвигател ь				
2	Демонтировать сальниковую крышку, вынуть старую набивку	-	Шлицевая отвёртка, крючок	0,3	Целостност ь деталей
3	Очистить камеру сальника, проверить поверхность вала	-	Ёрш, ветошь	0,2	Отсутствие задиров
4	Установить новую набивку (4 кольца) с разрезом под 45°	-	Оправка, нож	0,4	Зазор между крышкой и набивкой 1- 2 мм
5	Закрыть сальниковую крышку, поджать равномерно	-	Ключ динамометрически й	0,2	Момент затяжки 30 Н·м
6	Опрессовка, пуск, проверка на течь	Насос	-	0,3	Допускаетс я 5 капель/мин

14. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием

Какие приложения должны быть включены в рабочую документацию на модернизацию гидросистемы (замена насоса на более производительный)? (выбрать все)

1. Расчёт гидравлических потерь в новых трубопроводах
2. Принципиальная гидравлическая схема после модернизации
3. Акт приёмки работ от строителей
4. Ведомость спецификации нового оборудования (насос, фильтр, клапаны)
5. График подъёма заработной платы

Ответ: 1, 2, 4

Обоснование: Для модернизации обязательны гидравлический расчёт, новая схема и спецификация. Акт приёмки – конечный, но не в составе проекта. Зарплата – не относится.

15. Задание закрытого типа на установление последовательности

Расположите операции по разработке «Графика ППР для трёх одинаковых шестеренных насосов» в логическом порядке:

1. Определение периодичности ремонтов по паспорту (ТО, ТР, КР)
2. Установление годового фонда времени работы насоса

3. Расчёт числа ремонтов в год
4. Построение циклограммы (по месяцам)
5. Утверждение графика главным инженером

Ответ: 2 → 1 → 3 → 4 → 5

16. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием

При составлении заявки на запасные части для поршневого насоса высокого давления (для гидроабразивной резки) необходимо учесть «коэффициент неснижаемого остатка». Что означает этот коэффициент?

1. Запас деталей на случай внепланового отказа (10–30%)
2. Цена детали по прейскуранту
3. Норма расхода масла на 1000 часов
4. Количество ремонтов за год

Ответ: 1

Обоснование: Коэффициент неснижаемого остатка (обычно 0,1–0,3) добавляется к расчётной потребности в запасных частях для поддержания аварийного запаса и обеспечивает непрерывность работы при внезапных отказах.

17. Задание открытого типа (средний уровень)

Составьте типовой перечень документации, которую необходимо разработать для капитального ремонта гидроцилиндра (диаметр 100 мм, ход 500 мм) на ремонтном участке. Документы должны соответствовать требованиям ЕСКД и ЕСТД. Укажите не менее 6 наименований.

Ответ (эталон):

1. Ведомость дефектации (эскизная).
2. Маршрутная карта по ГОСТ 3.1118.
3. Операционные технологические карты на разборку, дефектацию, сборку.
4. Карта эскизов (схема замеров износа).
5. Ведомость оснастки и инструмента.
6. Спецификация на заменяемые детали (уплотнения, поршневые кольца).
7. Программа испытаний (опрессовка).
8. Акт приемки из ремонта.

18. Задание на установление соответствия

Установите соответствие между типом ремонтной операции и кодом по ЕСТД (Единой системе технологической документации).

Операция	Код
1. Токарная	А. 01
2. Слесарная	Б. 03
3. Сварочная (наплавка)	В. 05
4. Контрольная	Г. 08

Ответ:

1	–	А	(01	–	механообработка)
2	–	Б	(03	–	слесарная)
3	–	В	(05	–	сварка)
4	–	Г	(08	–	контроль)

19. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием

Какие обязательные реквизиты должны быть указаны на титульном листе «Руководства по эксплуатации» гидравлической системы прокатного стана? (выбрать все)

1. Наименование организации–разработчика
2. Год выпуска документации
3. Срок службы системы (10 лет)
4. Стоимость оборудования
5. Обозначение документа (по ЕСКД)

Ответ: 1, 2, 5

Обоснование: По ГОСТ 2.105-95 титульный лист содержит: наименование организации, наименование документа, обозначение, год. Срок службы – в разделе «Сведения о ремонте», стоимость не указывается.

20. Задание открытого типа (средний уровень)

Разработайте фрагмент ведомости дефектации для аксиально-поршневого насоса типа 210.12 (выявлено: задир на торце распределительного диска, глубина 0,15 мм; износ отверстия в блоке цилиндров – увеличение на 0,04 мм). Для каждого дефекта укажите решение (ремонт или замена), предполагаемый способ восстановления и ссылку на допуск.

Ответ:

Деталь	Дефект	Размер, мм	Допуск (по паспорту)	Решение	Способ восстановления
Распределительный диск	Задир торца, глубина 0,15	Шероховатость Ra 0,16	$Ra \leq 0,32$	Ремонт (если глубина $\leq 0,2$)	Шлифование, притирка
Блок цилиндров	Износ отверстия +0,04	Отверстие $\varnothing 20H6 (+0,013)$	$\leq +0,02$	Замена (превышен допуск в 2 раза)	Новый блок (нет ремонта)

Уровень 3. Высокий (комплексный анализ, синтез, доказательства) – 5 вопросов

21. Задание открытого типа с развёрнутым ответом

Спроектируйте полный комплект рабочей документации для модернизации гидропривода ножниц горячей резки металла с заменой существующего насоса (радиально-поршневой, $Q=100$ л/мин) на аксиально-поршневой регулируемый ($Q=150$ л/мин, с электронным управлением). Перечислите все необходимые разделы документации, включая расчёты, чертежи, инструкции. Укажите, какие согласования потребуются.

Ответ (эталон):

Состав документации:

1. Техническое задание на модернизацию (цели, требования к давлению, производительности, системе управления).
2. Эскизный проект – компоновка нового насоса на существующей насосной станции.
3. Принципиальная гидравлическая схема (новый насос, предохранительный клапан, система управления).
4. Расчёт гидравлических потерь в трубопроводах (при $Q=150$ л/мин).
5. Чертёж соединительной муфты и переходной плиты (адаптация).
6. Спецификация закупаемого оборудования (насос, клапаны, фильтр, датчики).
7. Программа и методика пусконаладочных работ.
8. Инструкция по эксплуатации (новый раздел по цифровому управлению).

Согласования:

- С главным инженером завода – общее решение.
- С отделом главного механика – на интеграцию в ППР.
- С энергетиком – на увеличение потребляемой мощности.

22. Задание комбинированного типа с выбором одного ответа и обоснованием (высокий)

В рабочей документации на ремонт указано, что после сборки гидроцилиндра необходимо провести «опрессовку давлением $1,25 \cdot P_{раб}$ ». Если $P_{аб}=16$ МПа, а испытательный стенд создаёт давление 20 МПа, то:

1. Опрессовка возможна, давление завышено на 25%.
2. Опрессовка невозможна, требуется стенд на 20 МПа.
3. Опрессовка не требуется, так как 20 МПа меньше $1,25 \cdot 16 = 20$ МПа – точно соответствует.
4. Давление слишком мало – нужно 25 МПа.

Ответ: 3

Обоснование: $1,25 \cdot 16 = 20$ МПа. Стенд даёт 20 МПа – идеально подходит. Опрессовка возможна и выполняется.

23. Задание закрытого типа на установление последовательности (сложное)

Расположите этапы разработки и согласования «Технологической инструкции по ремонту пластинчатого насоса» согласно системе управления качеством ИСО 9001:

1. Разработка проекта инструкции исполнителем.
2. Нормоконтроль (проверка обозначений, терминологии).
3. Рассылка на отзыв в цеха (эксплуатация, ремонт).
4. Утверждение главным инженером.
5. Внесение изменений по замечаниям.
6. Регистрация и выдача для использования.

Ответ: $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 6$

24. Задание комбинированного типа с выбором нескольких ответов и обоснованием (высокий)

Какие инженерные расчёты должны быть выполнены при разработке проекта замены шестеренного насоса (НШ-32У) на более мощный (НШ-50У) в гидросистеме смазки редуктора прокатного стана? (выбрать все)

1. Проверка пропускной способности фильтра (Δp) при увеличенном расходе.
2. Расчёт усилия затяжки фундаментных болтов.
3. Проверка всасывающей способности (кавитационный запас).
4. Расчёт теплового баланса (мощность потерь, нагрев масла).
5. Расчёт освещённости ремонтной зоны.

Ответ: 1,

3,

4

Обоснование: Основные расчёты при замене насоса: кавитация (всасывание), фильтрация, нагрев масла из-за увеличенной мощности. Затяжка болтов – стандартная; освещённость – не относится.

25. Задание открытого типа (интегральное, высший уровень)

Разработайте макет (содержание) «Плана оперативных мероприятий при отказе поршневого насоса высокого давления» в составе инструкции по эксплуатации. Опишите разделы: последовательность диагностики, критерии останова, оформление ремонтной документации (дефектовка, заявка на запчасти), взаимодействие с ремонтной службой и отделом главного механика.

Ответ (эталон):

Содержание Плана:

1. **Признаки отказа/неисправности** (падение давления, пульсация, вибрация, нагрев).
2. **Пороговые значения для аварийного останова:**
 - Давление на выходе $< 0,7 \cdot P_{ном}$ в течение 5 с.
 - Вибрация > 7 мм/с.
 - Температура корпуса $> 90^\circ\text{C}$.

3. Действия оператора:

- Нажать кнопку «Стоп».
- Переключиться на резервный насос (если есть).
- Сообщить механику цеха.

4. Организация диагностики (бригада ремонтников):

- Визуальный осмотр, проверка манометров, прослушивание.
- При необходимости – демонтаж и дефектация.

5. Оформление ремонтной документации:

- Акт отказа (форма Т-1).
- Дефектовочная ведомость (с замерах износа поршней, клапанов).
- Заявка на запасные части (перечень: прокладки, клапанные пары, уплотнения).

6. Взаимодействие с ОГМ:

- Внеплановый ремонт включается в график ППР.
- Списание деталей по акту.
- Корректировка складского запаса (коэффициент неснижаемого остатка).

Сроки:

- Остановка – немедленно.
- Диагностика – 1 час.
- Ремонт (при наличии запчастей) – 8 часов.